

# Teste de Desempenho de um Servidor de Arquivos Samba utilizando Raspberry Pi com Diferentes Dispositivos de Armazenamento

Vinicius O. Fernandes<sup>1</sup>, Vinicius S. Louzано<sup>1</sup>, Gustavo Bruschi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Curso de Tecnologia em Redes de Computadores – Faculdade de Tecnologia de Bauru (FATEC)

Rua Manoel, Bento Cruz, nº30, Quadra 3 – Centro – 17.015-171 – Bauru, SP – Brasil  
vi\_of@yahoo.com.br, viniciuslouzано@icloud.com,  
gustavo.bruschi@fatec.sp.gov.br

**Abstract.** *This paper aims to develop a file server using the cheaper and more efficient technologies with different types of storage, showing the performance of individual storage units. That structure can be built with low-end equipment and open-sources, which are the cases of the Raspberry Pi and Samba Server, using the best methods for sharing and storing files that do not require a costly hardware, bringing simplicity and efficiency. It was concluded the storage which presents better cost benefit is MicroSD Card Class 10. Despite having virtually the same performance as the others, he stands out for his price.*

**Resumo.** *Este trabalho tem como objetivo desenvolver um servidor de arquivos de utilizando tecnologias de baixo custo e eficientes com diferentes tipos de armazenamento, mostrando o desempenho individual das unidades de armazenamento. Esta estrutura pode ser construída com equipamentos low-end e software open-source, que são os casos do Raspberry Pi e Servidor Samba, usando os melhores métodos para o compartilhamento e armazenamento de arquivos que não exigem o hardware de alto custo, trazendo simplicidade e eficiência. Conclui-se que o dispositivo de armazenamento com melhor custo-benefício é o Cartão de Memória Classe 10, apesar de possuir praticamente o mesmo desempenho que os outros, ele se destaca pelo seu preço.*

## 1. Introdução

Com o avanço da tecnologia, as arquiteturas dos computadores sofreram várias mudanças físicas, e umas delas foi o seu tamanho. Computadores que ocupavam salas inteiras e possuíam pouca capacidade de processamento e armazenamento, foram substituídos por uma nova geração. Essa geração acabou sendo propagada não só para as universidades e centros de pesquisas, mas sim para toda a massa global. Hoje em dia é comum ver pelo menos um computador por família, tendo em vista que o custo do aparelho também teve uma redução.

As novas tecnologias de armazenamento também sofreram grandes mudanças com o tempo, devido a necessidade de armazenar mais, e claro, diminuir o espaço físico utilizado. Há 50 anos, o espaço em disco era baseado em apenas 5 megabytes, seu hardware ocupava grandes salas com equipamentos, chegando a pesar algo em torno de 1 tonelada e hoje presenciamos o crescimento inversamente proporcional entre tamanho e capacidade.

Tendo em vista da alta necessidade de armazenamento e compartilhamento de informações torna-se necessário o estudo das variadas opções para executar tais tarefas e saber qual melhor se adapta as suas necessidades. Essa necessidade cita Chris Hertel (2001), fez com que sistemas livres como o UNIX e sistemas comerciais como o Windows, ficassem próximos uns aos outros, devido à grande popularidade destes sistemas. O Samba, uma ferramenta gratuita, trouxe a possibilidade para usuários de diferentes tipos sistemas compartilharem seus arquivos na rede.

O objetivo deste estudo é realizar uma análise de desempenho de um servidor de arquivos, com os dispositivos de armazenamento mais utilizados atualmente, que é o caso dos *Pen Drives*, Disco Sólido (SSD) e cartão de memória. O hardware que irá rodar os testes é o minicomputador Raspberry Pi, realizando o compartilhamento via rede, com o software livre Samba. A ferramenta CrystalDiskMark será responsável pelo teste de desempenho (leitura e escrita de dados) dos dispositivos a serem testados. Os dispositivos citados acima funcionarão como um NAS (*Network-Attached Storage*), e dentro deles serão rodados os testes de benchmark.

Os resultados obtidos, têm o objetivo de indicar qual dispositivo de armazenamento obteve maior desempenho em leitura e escrita e apontar qual possui o melhor custo-benefício para funcionar como *storage* no servidor com Raspberry Pi e julgar se é viável a utilização deste *hardware* como servidor.

Na seção 2 são apresentados conceitos importantes para entendimento dos sistemas e equipamentos utilizados no experimento. Na seção 3, será descrita a metodologia das ferramentas utilizadas. Nas seções 4 e 5 são apresentadas as considerações finais.

## **2. Conceitos e Definições**

### **2.1. Servidor de Arquivos**

Um servidor não possui muitas diferenças de um Desktop normal no quesito hardware, declara Brown (2012), considerando que existem modelos feitos somente para esta finalidade, que traz suporte para tecnologias avançadas de armazenamento, conexões diferenciadas, entre outras. O diferencial está no sistema que o servidor irá rodar, pois a finalidade para tal serviço é de receber um grande número de requisições simultâneas de usuários conectados na rede, além de rodar grande número de aplicações, sendo que

qualquer interrupção no funcionamento do servidor, mesmo que seja por alguns minutos, pode representar um grande prejuízo para a empresa.

Segundo Morimoto (2006), com a popularização dos sistemas Linux, montar um servidor tornou-se uma tarefa simples e barata, pois existem diversas distribuições gratuitas (*Open Source*) que trazem grandes ferramentas para administração de servidores. Existem também as distribuições comerciais, como é o caso da Red Hat, líder no setor de servidores para uso comercial, um sistema com alto desempenho, usabilidade e segurança.

Basicamente um servidor tem o propósito de disponibilizar serviços, como o de web, e-mail, VPN (*Virtual Private Network*), DNS (*Domain Name System*), banco de dados, armazenamento (foco deste artigo), entre outros diversos serviços.

Um Servidor de arquivos tem a finalidade de armazenar e disponibilizar dados para os usuários da rede. A utilização deste serviço pode trazer agilidade no processo de compartilhamento de informação, podendo ser acessada remotamente através de um computador qualquer com acesso à internet, aumentando ainda mais a produtividade. Para maior organização dos arquivos compartilhados, é possível realizar a centralização de autenticações, permitindo e negando acesso a certo diretório para um usuário da rede, este recurso pode ser feito facilmente com a utilização do servidor Samba.

De acordo com Brown (2012), atualmente existem soluções que sequer utilizam um dispositivo de armazenamento local, este é o caso do armazenamento em nuvem (*Cloud*). Este serviço funciona como um aluguel de uma casa, você paga pelo serviço conforme a sua necessidade, podendo dimensionar a quantidade de espaço em disco, memória e até processamento que desejar alta disponibilidade, além de não precisar de um profissional de TI para realizar ajustes ou manutenções decorrentes do uso. Os dados ficam armazenados em grandes data centers da empresa contratada, como é o caso da gigante Amazon, que oferece diversos serviços via *Cloud Computing*.

## **2.2. Samba**

Em meados de 1992, foi lançada a primeira versão do Samba, escrito pelo australiano Andrew Tridgell, até então estudante de ciências da computação. Na época a Microsoft era muito fechada em relação às especificações do protocolo SMB utilizado por ela, Andrew então desenvolveu um pequeno programa chamado de *clockspy*, que monitorava os pacotes de dados enviados por uma máquina Windows e manualmente implementava uma por uma das camadas utilizadas no sistema, segundo Alecrim (2005).

O Samba é um software livre (sob a licença GNU), criado para permitir a troca de arquivos e para compartilhamento de impressoras na rede local, independente do sistema operacional utilizado pelos clientes da rede, evitando conflitos que geralmente

ocorrem ao utilizar diferentes versões de sistemas operacionais. O cliente pode ler, escrever e excluir arquivos como se estivessem em suas máquinas locais.

De acordo com Morimoto (2006) o Samba é a solução mais completa, pois inclui várias opções de segurança e permite que os compartilhamentos sejam acessados tanto a partir de clientes Windows, quanto de clientes Linux.

Segundo Silva (2010) Samba é um conjunto de softwares que permite a troca de arquivos entre os sistemas operacionais Windows e Linux compartilhados em uma rede, através do protocolo SMB (*Server Message Block*) /CIFS (*Common Internet File System*), com a capacidade de ligar redes heterogêneas (diferentes hardwares e softwares). O protocolo SMB/CIFS funciona de maneira simples, com o método *request-response* (pedido e resposta), ou seja, o cliente faz o pedido para o servidor, e o servidor responde para o cliente. Mas durante este processo, o servidor verifica se o cliente tem as permissões necessárias para efetuar o acesso.

Além das vantagens citadas acima, ele também pode ser utilizado como controlador primário de domínio (*Primary Domain Controller*), podendo ser totalmente integrado, por exemplo, com o AD (*Active Directory*) do Windows server, sendo possível fazer alterações via Samba, utilizando usuários do servidor do Windows, explica Cordeiro (2011). Como controlador primário de domínio, é possível gerenciar as contas, configurar regras de acesso, concentrar todos os dados de cada usuário no servidor, além de outras possibilidades.

As suas configurações são feitas através de um documento de texto, chamado *smb.conf*, que pode ser encontrado na maioria das distribuições Linux no diretório */etc/samba*. No documento citado, podem ser feitos comentários, utilizando o caractere “#”, facilitando muito o trabalho de localização e organização do documento. Por ter todas as configurações localizadas apenas em um arquivo, a tarefa de configura-lo pode ser simples, mas também podem ser muito extensas, dependendo da maneira de como e para qual finalidade será utilizado.

Atualmente o Samba é mantido por um grupo mundial de profissionais de informática, onde produz serviços relativos ao Samba e mantém os repositórios sempre atualizados.

### **2.3. Dispositivos de Armazenamento**

Existem na atualidade, vários tipos de dispositivos para armazenamento, todos eles possuem um fator em comum, uma memória. Podemos dividir a memória em dois tipos diferentes, a primária e a secundária.

Pozzer (2006) explica que as memórias *RAM* (*Random Access Memory*) usadas nos computadores é um exemplo de memória primária, (também chamada de principal).

Ela é uma memória chamada de volátil, ou seja, só ativa quando o computador que está utilizando ela esteja ligada, e toda informação contida nela é apagada quando o computador, por exemplo, for desligado. Elas são memórias muito rápidas, que são medidas em Hz e MHz, estes valores estão diretamente ligados à placa mãe, pois o barramento precisa ter suporte a velocidade da memória, caso contrário ela irá operar na velocidade máxima permitida pela placa mãe. Sua capacidade são medidas em MB e GB, sendo um fator importante, pois quanto maior, mais informações podem ser contidas nelas.

Já as memórias secundárias, são memórias não voláteis, pois os dados são escritos de forma permanente, não perdendo a informação contida nele caso o componente seja desligado. Este tipo de memória é encontrado nos *Hard Disks (HD)*, CD, DVD, *Pen Drive* entre outros, ainda segundo Pozzer (2006).

Uma das memórias mais usadas atualmente são as memórias flash, normalmente encontradas em dispositivos como *Pen Drive*, Cartão de Memória, Disco Sólido (*Solid-State Drive*). De acordo com Sumares (2015) elas não possuem partes mecânicas, como é o caso dos *Hard Disks*, são compostas por chips de memória, o que as torna mais caras, mas traz as vantagens de serem mais rápidas, duráveis e silenciosas.

A escolha de um dispositivo de armazenamento para sua máquina ou para outros serviços como servidores vai de acordo com sua necessidade, pois existem variadas opções, mais velozes, mais baratas, maior espaço de armazenamento, etc.

#### **2.4. Raspberry Pi**

De acordo com Halfacree e Upton (2013), Raspberry Pi é um minicomputador do tamanho de um cartão de crédito, desenvolvido em 2006 no Reino Unido pela Raspberry Pi Foundation, com o propósito de estimular crianças a aprenderem a programar. Somente após 2008, quando os processadores para dispositivos móveis começaram a ficarem mais acessíveis, tornou-se possível a realização do projeto. Nessa época, Upton trabalhava na Broadcom como arquiteto de chip.



**Figura 1. Raspberry Pi 2**

Fonte: <https://www.raspberrypi.org/blog/raspberry-pi-2-on-sale/>, 2015

Dado o tipo de hardware de baixo consumo, o Raspberry Pi não é o computador ideal para games e para softwares de edição de vídeo, por exemplo. Ele conta com processadores construídos a partir dos designs ARM, que são ideais para máquinas genéricas, sistemas de controle e unidades que geram menos calor e gastam menos energia.

Diferente dos computadores de mesa (Desktops), o Raspberry Pi não funciona com processadores x86 ou x64 ele utiliza um chip do tipo *Sistem-on-Chip* (SoC) que em português significa Sistema em um Chip. Esse chip se localiza no centro da placa de circuitos impressos e é responsável por controlar o processamento gráfico, de comunicação e áudio.

Segundo Raspberry Pi Foundation (2015), como não possui uma unidade de disco rígido o Raspberry Pi utiliza como fonte armazenamento um cartão de memória do tipo *Secure Digital* (SD), que é muito utilizado em smartphones ou câmeras digitais.

Atualmente existem três modelos disponíveis, o quadro a seguir mostra as especificações de cada modelo:

	Raspberry Pi A+	Raspberry Pi B+	Raspberry Pi 2 B
CPU	Broadcom BCM2835 700MHz	Broadcom BCM2835 700MHz	900MHz quad-core ARM Cortex-A7
MEMÓRIA	256 MB	512 MB	1GB

RAM			
VÍDEO	Dual Core VideoCore IV® Multimedia Co-Processor	Dual Core VideoCore IV® Multimedia Co-Processor	VideoCore IV 3D graphics core
CONEXÕES	1 HDMI, 1 USB, 1 Micro SD, Câmera, Display e 40pin GPIO	1 HDMI, 4 USB, 1 Micro SD, Câmera, Display, 40pin GPIO e Ethernet	1 HDMI, 4 USB, 1 Micro SD, Câmera, Display, 40pin GPIO e Ethernet
PREÇO	\$20	\$35	\$35

## 2.5. Raspbian

O sistema operacional Raspbian é uma distribuição Linux baseada em Debian Wheezy, feito especialmente para o Raspberry Pi, pois traz a portabilidade das arquiteturas inferiores ao ARM7. A versão 2 do minicomputador já conta com arquitetura ARM7, trazendo novas possibilidades de sistemas operacionais para utilizar, como é o caso do Windows 10 IoT (*Internet of Things*) feito para dispositivos pequenos, além de outras distribuições baseadas em Linux.

O Raspbian é o sistema oficialmente recomendado para o Raspberry Pi (todas versões) segundo Raspberry Pi Foundation (2016).

Segundo Brito (2015) Raspbian possui uma interface completa e de fácil utilização, com todas as características da distribuição Debian, possuindo o diferencial de ser feito especialmente para o Raspberry Pi, obtendo o máximo de desempenho do hardware do dispositivo. O sistema pode ser utilizado de duas formas, interface gráfica e via terminal. Através da interface gráfica é possível acessar a Pi Store, uma página com milhares de aplicativos para download.

Em Raspbian FAQ (2016) eles destacam que o objetivo do sistema é ser o mais popular entre os usuários do minicomputador e manter o mais parecido possível da distribuição de origem, o Debian.

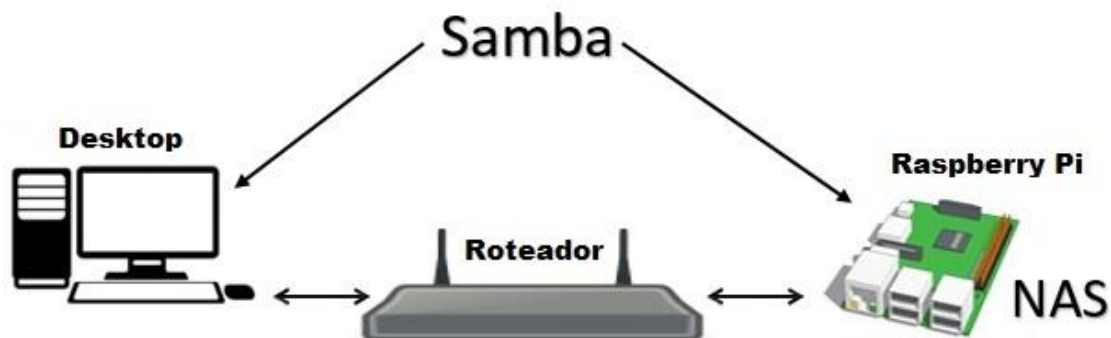
## 3. Materiais e Métodos

### 3.1. Especificações do Sistema

Para elaboração dos testes de desempenho, foi utilizado como servidor o Raspberry Pi 2 modelo B com a configuração ARM Cortex-A7 900mhz Quad-Core, 1 GB memória RAM, micro SD 8 GB onde foi instalado o sistema operacional *Raspbian Wheezy*

(baseado na distribuição *Debian Wheezy*, considerado o sistema operacional oficial do *Raspberry Pi*), rodando o servidor SAMBA versão 3.6.6.

A figura 2 apresenta a arquitetura física dos componentes.



**Figura 2. Arquitetura dos componentes**  
Fonte: elaborado pelos autores

Para a utilização do Raspberry Pi, é preciso fazer a migração da imagem do Sistema Operacional para o cartão de memória do equipamento. A instalação é simples, sendo necessário primeiramente abrir o pacote *NOOBS* e selecionar a distribuição desejada, automaticamente inicia a instalação dos pacotes do sistema. Logo após a instalação dos pacotes, uma tela é exibida contendo opções de configurações pessoais, como de senha de boot, *overclock*, adicionar câmera, linguagem e mostrar a interface gráfica. A interface gráfica é opcional, pois todas as configurações que serão feitas nele serão via comandos, através do terminal do sistema.

### 3.2. Montando o NAS

Será utilizado um Pen Drive HP 8GB, um SSD da Sandisk Ultra Plus de 256GB e um cartão de memória Classe 10 da Sandisk como armazenamento NAS. Primeiro passo antes de configurá-lo, é montar os discos externos e fazer com que ele seja reconhecido de forma automática, caso aconteça alguma queda de energia ou reinicie o sistema. Como serão utilizados os dispositivos citados acima, é necessário o suporte ao NTFS (*New Technology File System*) que é o sistema de arquivos padrão para o Windows NT e seus derivados.

Para que o disco monte automaticamente com a máquina, foi usado o arquivo de configuração *FSTAB* (*File System Table*), que é um dos arquivos de configuração mais importante do *GNU/Linux*, onde o arquivo é lido na inicialização do sistema e é quem diz ao sistema o que montar, onde montar e os parâmetros de montagem.

### 3.3. Configurações do Samba



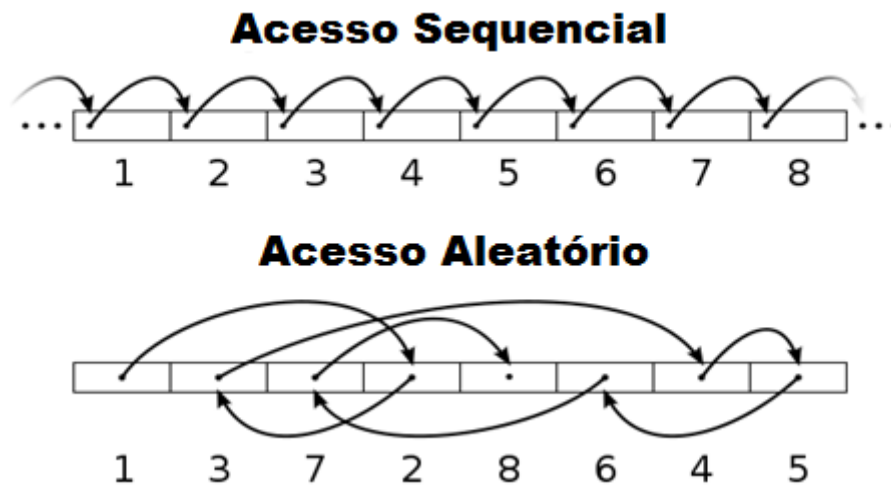
O servidor Samba será responsável pelo compartilhamento de arquivos na rede. Todas as configurações serão feitas no arquivo de configuração do Samba, o `smb.conf`, onde foram adicionadas configurações como permissões e diretório onde o dispositivo de armazenamento se encontra. Para que o software CrystalDiskMark consiga realizar as operações de gravação e leitura pela rede, na pasta compartilhada, as configurações estão com permissão total:

```
[NAS]
comment = RaspberryServer
#caminho do compartilhamento
path = /media/raspberry
#permissão total para usuários convidados e públicos
only guests = no
#diretório público, qualquer pessoa pode acessar
public = yes
#permissão de escrita
writable = yes
#força permissão total para leitura e escrita
force create mode = 0777
#força permissão total para criação de diretórios no compartilhamento
force directory mode = 0777
```

Não foi realizado a configuração para acesso restrito a pasta, com *login* e senha, já que o software de *benchmark* utilizado requer acesso sem restrições para leitura e gravação dos arquivos.

#### **4. Resultados**

O software CrystalDiskMark primeiramente cria um arquivo no dispositivo a ser feito o teste (o tamanho do arquivo fica à escolha do usuário) e executa testes de leitura e escrita no dispositivo, utilizando os métodos sequencial e aleatório. A figura 3 detalha os dois métodos utilizados na execução dos testes:



**Figura 3. Acesso Sequencial e Aleatório**  
 Fonte: <http://www.wow.com/wiki/IOPS>, 2016

Os resultados de leitura e escrita que o software CrystalDiskMark oferece, são os seguintes, segundo Hiyohiyo (2015):

- a) SeqQ32T1: múltiplos acessos sequenciais, ou seja, faz leitura e escrita de grandes arquivos gravados em sequência, como filmes, imagens em alta resolução, músicas e outros grandes arquivos. Mas neste primeiro parâmetro é adicionado 32 Queues (Fila) e 1 Thread (Linha ou Encadeamento de Execução).
- b) 4KQ32T1: são arquivos pequenos, gravados aleatoriamente na unidade. Ter melhor desempenho neste parâmetro significa que a unidade pode iniciar sistemas e programas mais rapidamente. Com a mesma quantidade de Queues e Threads do parâmetro anterior.
- c) Sequential (Sequencial): mesmo teste feito no SeqQ32T1, mas com apenas um Thread.
- d) Random (Aleatório): mesmo teste feito no 4KQ32T1, mas com apenas um Queue e um Thread.

Os resultados obtidos com o software CrystalDiskMark está representado nos quadros a seguir:

**Quadro 1. Benchmark Cartão de Memória**

Cartão de Memória SanDisk 8GB Classe 10		
	Leitura (MB/s)	Escrita (MB/s)
Sequencial Q32T1	11.74	11.69
Aleatório Q32T1	11.57	11.34

Sequencial T1	9.017	11.32
Aleatório Q1T1	2.464	2.241

Fonte: elaborado pelos autores, 2016

#### Quadro 2. Benchmark Pen Drive

Pen Drive 8GB HP 2.0		
	Leitura (MB/s)	Escrita (MB/s)
Sequencial Q32T1	11.09	10.43
Aleatório Q32T1	9.099	5.999
Sequencial Q1T1	9.017	10.28
Aleatório Q1T1	2.312	2.441

Fonte: elaborado pelos autores, 2016

#### Quadro 3. Benchmark SSD

SSD SanDisk 256GB		
	Leitura (MB/s)	Escrita (MB/s)
Sequencial Q32T1	11.74	11.66
Aleatório Q32T1	11.57	11.07
Sequencial Q1T1	9.227	11.53
Aleatório Q1T1	2.475	2.334

Fonte: elaborado pelos autores, 2016

Apesar dos resultados não apresentarem diferenças muito grandes entre os três dispositivos utilizados, podemos perceber que a leitura e escrita aleatória, usando apenas um thread, são menores do que usando 32. Isto ocorre pela falta de demanda, ao contrário do teste realizado com 32 threads, que leva o dispositivo ao seu “limite”.

Como podemos ver o Disco Sólido perdeu muito desempenho, em relação aos seus padrões, que chegam aproximadamente a 550 MB/s em leitura e escrita, quando conectados a uma entrada SATA (*Serial Advanced Technology Attachment*).

Já o *Pen Drive* e o Cartão de Memória obtiveram perdas baixas, em relação ao seu padrão, que atinge velocidades abaixo de 35 MB/s.

Portanto, o dispositivo de armazenamento que apresentou o melhor custo-benefício neste modelo de servidor de arquivo é o cartão de memória classe 10. Para efeito de comparação, um cartão de memória de 128GB custa em média R\$130, já um Disco Sólido com 120GB custa em média R\$200. Apesar de ter os resultados similares ao Disco Sólido, o preço do cartão de memória utilizado está bem abaixo do valor comercial de um Disco Sólido.

## **5. Conclusão**

O Raspberry Pi se mostrou competente para ser usado como um servidor de arquivos, podendo suprir as necessidades em uma rede de pequeno porte. Por ser um minicomputador de baixo custo, ocupar um espaço físico muito pequeno e gastar pouquíssima energia, ele se torna viável para uso doméstico, talvez até para uso comercial, não apenas como servidor de arquivos, mas para todo tipo de serviço que o Linux oferece.

Claramente os resultados obtidos, não atingem os padrões de um servidor mais robusto, devido ao seu hardware se limitar as velocidades possíveis das entradas USB 2.0 da placa e sua conexão nativa para Cartão de Memória, onde foi atingido o melhor desempenho neste modelo de servidor de arquivos. Outro fator importante a se considerar, é o fato do Raspberry Pi não possibilitar a substituição de seus componentes em caso de falhas, que pode diminuir ou acabar, com a disponibilidade do serviço oferecido.

Por fim, o Raspberry Pi provou ser uma ferramenta muito versátil no mundo da computação, trazendo um ótimo custo-benefício, para qualquer que seja, a atividade nele realizada.

### **5.1 Trabalhos futuros**

Como possíveis trabalhos futuros, pode-se apontar:

- Implementar outros serviços que o Linux oferece, como: servidor web, servidor de e-mail, servidor em nuvem e proxy, utilizando apenas ferramentas gratuitas. Podendo realizar relação de custo com servidores dedicados.
- Desenvolver um cluster com Raspberry Pi, com a quantidade desejada de *nodes* (nós) e realizar testes de desempenho, e possivelmente utiliza-los para prover variados tipos de serviços.
- Realizar a integração do Raspberry Pi com o hardware Arduino, para possíveis projetos envolvendo eletrônica, automação, entre outras diversas possibilidades de estudo.

## **6. Referências**

- Alecrim, E. (2005) “Servidor Samba: o que é”. Disponível em:  
<http://www.infowester.com/linuxsamba.php>
- Brito, E. (2015) “Raspbian: sistema é baseado em Debian e otimizado para Raspberry Pi”. Disponível em: <http://www.techtudo.com.br/tudo-sobre/raspbian.html>
- Brown, M. (2012) “How to choose a server for your small business”. Disponível em:  
[http://www.pcworld.com/article/251993/how\\_to\\_choose\\_a\\_server\\_for\\_your\\_small\\_business.html](http://www.pcworld.com/article/251993/how_to_choose_a_server_for_your_small_business.html)
- Cordeiro, F. (2011) “Integração do Servidor Linux Samba com o Active Directory do Windows Server”. Disponível em: <https://www.vivaolinux.com.br/artigo/Integracao-do-Servidor-Linux-Samba-com-Active-Directory-do-Windows-Server>
- Halfacree, G.; Upton, E. (2013) “Raspberry Pi Manual do Usuário”, Novatec Editora Ltda. 1ª edição.
- Hertel, C. (2001) “Samba: An Introduction”. Disponível em:  
<https://www.samba.org/samba/docs/SambaIntro.html>
- Hiyohiyo (2015) “Main Window”. Disponível em:  
<http://crystalmark.info/software/CrystalDiskMark/manual-en/MainWindow.html>
- Morimoto, C. E. (2006) “Linux, entendendo o Sistema”. Disponível em:  
<http://www.hardware.com.br/livros/entendendo-linux/>
- Morimoto, C. E. (2006) “Redes e Servidores Linux”. Disponível em:  
<http://www.hardware.com.br/livros/linux-redes/>, 2ª edição.
- Pozzer, C. T. (2006) “Introdução à Informática”. Disponível em: [http://www-usr.inf.ufsm.br/~pozzzer/disciplinas/ii\\_midias\\_backup.pdf](http://www-usr.inf.ufsm.br/~pozzzer/disciplinas/ii_midias_backup.pdf)
- Raspberry Pi Foundation (2015) “About us”. Disponível em:  
<https://www.raspberrypi.org/about/>
- Raspberry Pi Foundation (2016) “Raspbian”. Disponível em:  
<https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/>
- Raspbian FAQ (2016) “I’m new to Raspberry Pi and Raspbian. What should I know?”. Disponível em: <https://www.raspbian.org/RaspbianFAQ>
- Sumares, G. (2015) “Guia: conheça as diferenças entre os dispositivos de armazenamento”. Disponível em: <http://olhardigital.uol.com.br/noticia/saiba-mais-sobre-os-diferentes-tipos-de-dispositivos-de-armazenamento-de-dados/47689>